

## ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 66-963

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-05>

### **О проблемах переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения**

**Татьяна Ивановна Ткаченко<sup>1</sup>, Марат Алексеевич Гришков<sup>2</sup>, Максим Романович Яценко<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

<sup>2</sup> ООО «Экструзионное оборудование», Владивосток, Россия

<sup>1</sup> [tkachenko.ti@dgtru.ru](mailto:tkachenko.ti@dgtru.ru), ORCID: 0000-0002-9210-2172

<sup>2</sup> [grishkovmarat@yandex.ru](mailto:grishkovmarat@yandex.ru)

<sup>3</sup> [maksimyacenko6@gmail.com](mailto:maksimyacenko6@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6833-4563

**Аннотация.** Рассматриваются проблемы переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения. Для оптимизации шнековой прессующей машины, входящей в состав РМУ, предложена новая технология изготовления прессовых шнеков – технология шайбочных шнеков (ТШШ). Предложенная модернизация шнека позволяет объединить в машине функции: сепаратора, пресса и насоса. Шнек, выполненный по предложенной технологии, имеет ряд преимуществ по сравнению со шнеками, выполненными методом вытачивания из цельной болванки или втулок.

**Ключевые слова:** кормовая рыбная мука, рыбомучные установки, шнек, винтовые шайбы, шнековые втулки

**Для цитирования:** Ткаченко Т.И., Гришков М.А., Яценко М.Р. О проблемах переработки рыбных отходов при производстве рыбной кормовой муки и возможные пути их решения // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 65, № 3. С. 34–39.

## FOOD SYSTEMS

Original article

DOI: <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2023-65-05>

### **On the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible solutions**

**Tatyana I. Tkachenko<sup>1</sup>, Marat A. Grishkov<sup>2</sup>, Maxim R. Yatsenko<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup> LLC «Extrusion equipment», Vladivostok, Russia

<sup>1</sup> [tkachenko.ti@dgtru.ru](mailto:tkachenko.ti@dgtru.ru), ORCID: 0000-0002-9210-2172

<sup>2</sup> [grishkovmarat@yandex.ru](mailto:grishkovmarat@yandex.ru)

<sup>3</sup> [maksimyacenko6@gmail.com](mailto:maksimyacenko6@gmail.com), ORCID: 0000-0002-6833-4563

**Abstract.** The article deals with the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible ways to solve them. To optimize the screw pressing machine, a new technology for the manufacture of press screws is proposed - the technology of washer screws. The proposed modernization of the screw allows you to combine the following functions in the machine: separator, press and pump. The screw made according to the proposed technology has a number of advantages compared to screws made by turning from a solid blank or bushings.

**Keywords:** screw, fish meal, screw washers, feed meal, screw bushings

**For citation:** Tkachenko T.I., Grishkov M.A., Yatsenko M.R. On the problems of processing fish waste in the production of fish feed meal and possible solutions. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023;65(3):34–39. (in Russ.).

В настоящее время переработка рыбных отходов остается недостаточно развитой отраслью в России. Причины несколько: на многих предприятиях установлено давно уже устаревшее оборудование, в связи с чем они не справляются с переработкой больших объемов сырья; удаленность компаний, участвующих в цепи утилизации; нехватка специалистов в удаленных регионах, где чаще всего и расположены рыбоперерабатывающие предприятия; отсутствие контроля утилизации рыбных отходов, вследствие чего за явные нарушения закона не всегда следует наказание в виде штрафов.

По данным отраслевой системы мониторинга, в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне общий вылов составил 1,27 млн т, что на 11,2 % больше показателя 2022 г. [1], а следовательно, вопрос переработки рыбных отходов является крайне актуальным. Важность исследования определяется ещё и тем, что, несмотря на сложности и необходимые финансовые вложения в переработку рыбных отходов, это, безусловно, имеет смысл, поскольку экологический подход может стать источником дополнительной прибыли и конкурентного преимущества на рынке.

Переработка рыбных отходов при помощи высокотемпературной обработки с целью получения рыбного жира и муки является наиболее распространенной в нашей стране. Основными технологическими процессами данной обработки являются процессы измельчения, нагревания, прессования и сепарации.

В настоящее время на территории РФ действуют более 20 компаний (таблица), занимающихся производством рыбной муки согласно основному регламентирующему документу ГОСТ 2116-2000 «Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных» [2]. Анализ таблицы показывает, что основными видами сырья для производства рыбной муки являются минтай и сельдь. Доли рынка РФ производства кормовой муки по содержанию протеина в ней распределены следующим образом: 20 % произведенной муки – с содержанием протеина в рыбной муке 50–56 %; по 40 % приходится на муку с содержанием протеина в интервалах 57–62 % и 63–68 %.

#### Стоимость рыбной муки, вид сырья и содержание протеина в компаниях-производителях РФ

#### The cost of fishmeal, the type of raw materials and the protein content in the manufacturing companies of the Russian Federation

Производитель	Город, область, страна	Вид сырья	Протеин, %	Цена оптовая, руб./кг
1	2	3	4	5
ПАО «НБАМР»	Находка, Приморский край, РФ	Минтай	68	93,75
ПАО «Океанрыбфлот»	Петропавловск-Камчатский, Камчатский край, РФ	Минтай	60	89,0

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
ГК «Норебо» (ПАО «Мурманский тра- ловый флот»)	Мурманск, Мурманская область, РФ	Треска	64	112,0
ГК «Неребо» (АО «АКРОС»)	Петропавловск-Камчатский, Камчат- ский край, РФ	Минтай	63	105,6
ООО «Русская рыбопро- мышленная компания»	Надежденский район, Приморский край, РФ	Минтай	69	114,0
АО ХК «Дальморепро- дукт»	Владивосток, Приморский край, РФ	Минтай	56	80,0
АО «ЮЖМОРРЫБ- ФЛОТ»	Находка, Приморский край, РФ	Сельдь	58	76,0
ПАО «ПБТФ»	Преображение, Приморский край, РФ	Минтай	60	89,0
РК им. В.И. Ленина	Петропавловск-Камчатский, Камчат- ский край, РФ	Минтай	61	93,0
ООО ПКФ «Южно- курильский рыбокомби- нат»	Южно-Сахалинск, Сахалинская об- ласть, РФ	Минтай	62	122,0
		Сельдь	58	110,0
ООО «Доброфлот»	Владивосток, Приморский край, РФ	Сельдь	66	115,0
ООО «СОФКО»	Владивосток, Приморский край, РФ	Минтай	64	93,0
		Иваси	60	91,0
ООО «Сириус Сифуд»	Владивосток, Приморский край, РФ	Иваси	65	90,0
ООО «ВЕЛЕС-СНЕК»	Владивосток, Приморский край, РФ	Минтай	62,7	87,0
ООО «Белком»	Москва, Московская область, РФ	Рыбы нежирных пород	58	162,26
ООО ТД «Завод кормо- вой муки»	Казань, Казанская область, РФ	Рыбы нежирных пород	54,5	90,0
АО «КМЗ»	Ростов на Дону, Ростовская область, РФ	Рыбы нежирных пород	64	110,0
ИП Данилов Денис Ва- лериевич	Чувашия, Чувашская область, РФ	Рыбы нежирных пород	50	110,0
ООО «Денис»	Омск, Омская область, РФ	Рыбы нежирных пород	56	85,0
ООО «Биокорм»	Волгоград, Волгоградская область, РФ	Рыбы жирных пород	64	65,0
		Рыбы нежирных пород	60	58,5
ООО «Альянса»	Нижний Новгород, Нижегородская область, РФ	Рыбы нежирных пород	62	99,0
ООО «Флагман»	Кашира, Московская область, РФ	Рыбы жирных пород	61	89,0
ПК «Русь»	Саратов, Саратовская область, РФ	Рыбы нежирных пород	63	84,0
ООО «Биопродукт»	Москва, Московская область, РФ	Сельдь	56	75,0
ИП Тимофеева Ирина Сергеевна	Волгоград, Волгоградская область	Рыбы нежирных пород	50	45,0

Производство кормовой рыбной муки складывается из ряда технологических операций, основными из которых являются измельчение сырья, его разваривание и сушка. Поэтому ключевой единицей любой рыбомучной установки (РМУ) является шнековая прессовая машина [3].

Шнековый вал – наиболее уязвимая часть машин подобного типа. Из-за того, что во время работы спрессованное сырье прилипает к шнековому валу, способствуя стиранию слоев до гладкой поверхности, эта составляющая постепенно выходит из строя. Поскольку вал имеет слишком высокую себестоимость, проводить полную замену составляющей не выгодно.

Еще одним недостатком шнековых прессов является быстрый износ зееров, особенно сплошных с просверленными отверстиями [4]. Кроме того, при прессовании рыбного сырья полученная масса нагревается на 9–12 °С, что требует или предварительного подмораживания сырья до температуры -1 °С, или быстрого охлаждения и замораживания конечного продукта.

Решением выявленных проблем может служить технологическая линия РМУ с использованием модернизированного оборудования, а именно шнековой прессующей машины, с использованием «технологии шайбочных шнеков» (ТШШ). Суть технологии заключается в том, что шнеки делятся на составные части не по прямолинейным, а по винтовым плоскостям. Сборка такого шнека осуществляется не из точёных шнековых втулок (по сути, мини-шнеков), а из унифицированных винтовых шайб (рис. 1).

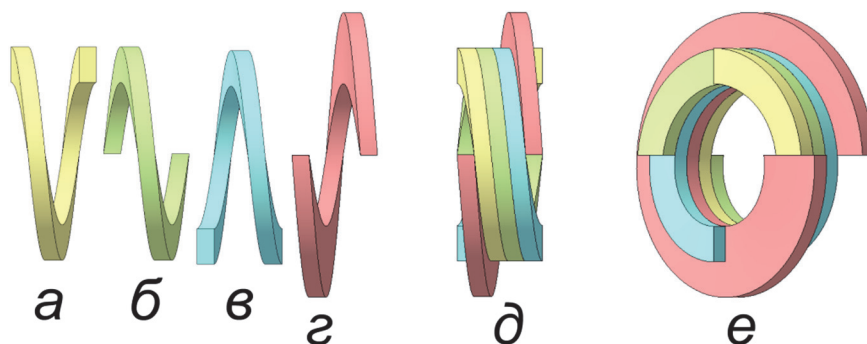


Рис. 1. Шнековая втулка-пакет, собранная из винтовых шайб: а, б, в – винтовые шайбы, формирующие тело шнека (тельные винтовые шайбы – ТВШ); г – винтовая шайба, формирующая тело шнека своей скрытой частью и винтовую лопасть – своей выступающей частью (рабочая винтовая шайба – РВШ); д и е – шнековая втулка из винтовых шайб, вид сбоку и под углом соответственно [5]

Fig. 1. Screw sleeve-package assembled from screw washers: a, б, в – screw washers forming the screw body (solid screw washers – TVSH); г – screw washer forming the screw body with its hidden part and the screw blade with its protruding part (working screw washer – RVSH); д and e – screw bushing made of screw washers, side view and at an angle respectively [5]

Второстепенные параметры шнеков согласованы с их основным параметром – ходом винтовых лопастей. Толщина винтовых лопастей дольна их винтовому ходу, а длина шнековых втулок (пакетов винтовых шайб) равна винтовому ходу. Унифицированные винтовые шайбы собираются по пакетам вкручиванием друг в друга. Полностью укомплектованный пакет винтовых шайб является аналогом шнековой втулки, длина которой равна винтовому ходу её винтовой лопасти. Шнек собирается из пакетов винтовых шайб так же, как из шнековых втулок [5].

Использование ТШШ дает возможность получать любые формы шнека и зеера (сепаратора). Применение в шнековом прессе шнека и зеера по ТШШ в свою очередь влияет на рабочие характеристики машины: давление в стволе пресса на разных участках; разница температур входного и выходного сырья; затраты электроэнергии на производства 1 кг полуфабриката; процент влажности полуфабриката; процент мясокостного остатка. Предложенная модернизация шнека позволяет объединить в машине функции: сепаратора, пресса и насоса. Кроме того, шнек, выполненный по предложенной технологии (рис. 2) имеет ряд преимуществ по сравнению со шнеками, выполненными по традиционной технологии (методом вытачивания из цельной болванки или втулок).

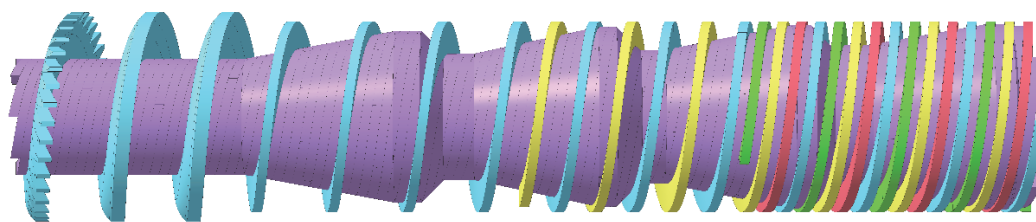


Рис. 2. Шайбочный шнек универсальной шнековой прессовой машины (УШПМ-1)  
 Fig. 2. Washer screw of a universal screw pressing machine (USPM-1)

В настоящее время в шнековых прессующих машинах, которые используются при переработке рыбных отходов, не решена проблема с захватом сырья вследствие специфических структурно-механических характеристик рыбных отходов (плотность, упругость, эластичность). Производители оборудования для прессования пытаются решить эту проблему различными способами: увеличение шага шнека; установка дополнительно механизма-проталкивателя в приёмный отсек в разных исполнениях: установка ручной прижимной плиты в приемном бункере; установка валов-ворошителей; установка вертикального шнека-питателя.

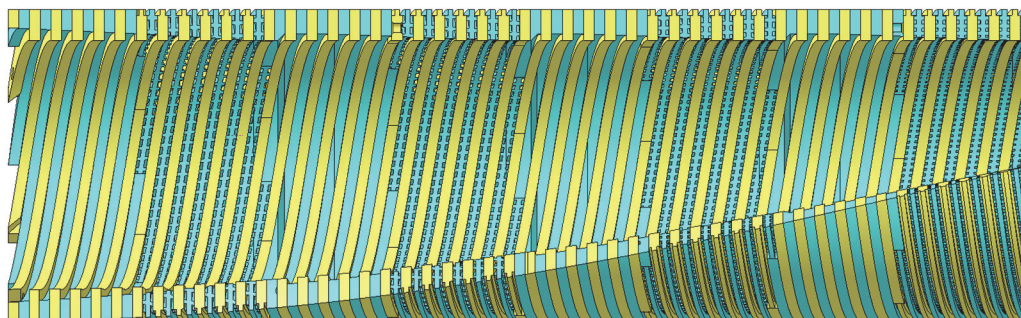


Рис. 3. Схема разреза внутреннего устройства перфорированного цилиндра обвального пресса с внутренней поверхностью, образованной канавками на торцевых поверхностях контрвинтовых колец  
 Fig. 3. Diagram of the cut of the internal device of the perforated cylinder of the collapse press with the inner surface formed by grooves on the end surfaces of the counter screw rings

Использование предложенной технологии шайбочных шнеков позволило устранить эффект проворачивания материала при работе шнекового пресса, что было подтверждено на обвальном прессе для переработки рыбных голов. Обычно при переработке рыбных голов лососёвых пород на рыбий жир и рыбную муку были регулярные остановки шнековых прессов из-за того, что перерабатываемый материал, имея большую текучесть и слабое внутреннее трение, спонтанно срывался в синхронное со шнеком вращение. После того как шнековый цилиндр обвального пресса был изготовлен по технологии шайбочных шнеков (как и сам шнек), с контрвинтовыми лопастями на внутренней поверхности (рис. 3), процесс разделения сырья стал стабильным. Даже тогда, когда выход из винтового тракта пресса полностью заполнен плотной костной массой, пресс легко запускался, развивая давление более 100 бар.

Предложенная технология может быть рекомендована для использования в производстве кормовых продуктов, получаемых при переработке рыбных отходов, а также в других отраслях пищевой промышленности, в которых используются шнековые прессовые машины.

#### Список источников

1. Роспотребрыболовство «Объём вылова рыбы и морепродуктов в России в 2022 году»: официальный сайт. URL: <https://fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/infografika/obshhij-obem-dobychi-vylova-vodnyh-bioresursov/>. Текст электронный.

2. ГОСТ 2116-2000. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия. М.: ФГУП «Стандартинформ», 2003. 15 с.
3. Хлыстун А.М., Угрюмова С.Д. Перспективы производства рыбной муки на российских предприятиях // Научные труды Дальрыбвтуза. 2011. Т. 23. С. 211–214.
4. Виноградов С.П., Крючков И.В. Исследование факторов процесса отжима сока в шнековых прессах // Известия вузов. Пищевая технология. 1990. № 6(199). С 58–59.
5. Яценко М.Р., Егоян И.А. Новая технология для восстановления и ремонта шнекового прессового оборудования // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Владивосток, 26 ноября 2021 г. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2022. С. 268–272.

### References

1. Rospotrebybolovstvo "The volume of fish and seafood catch in Russia in 2022": official website. URL: <https://fish.gov.ru/obiedinennaya-press-sluzhba/infografika/obshhij-obem-dobychi-vylova-vodnyh-bioresursov/>. Electronic text.
2. GOST 2116-2000. Feed flour from fish, marine mammals, crustaceans and invertebrates. Technical specifications. M.: FSUE "Standartinform", 2003. 15 p.
3. Khlystun A.M., Ugryumova S.D. Prospects of fishmeal production at Russian enterprises // Scientific works of Dalrybvuz. 2011. Vol. 23. P. 211–214.
4. Vinogradov S.P., Kryuchkov I.V. Investigation of the factors of the juice extraction process in screw presses // Izvestiya vuzov. Food technology. 1990. № 6(199). P. 58–59.
5. Yatsenko M.R, Egoyan I.A. A new technology for the restoration and repair of screw press equipment // Complex research in the fisheries industry: materials of the VII International Scientific and Technical Conference of Students, postgraduates and young scientists, Vladivostok, November 26, 2021. Vladivostok: Far Eastern State Technical Fisheries University, 2022. P. 268–272.

### Информация об авторах

Т.И. Ткаченко – кандидат технических наук, доцент, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 5932-9472, AuthorID: 214372, Scopus Author ID: 57222473654;

М.А. Гришков – ООО «Экструзионное оборудование»;

М.Р. Яценко – магистрант кафедры «Технологические машины и оборудование», SPIN-код: 8597-9477, AuthorID: 1194142.

### Information about the authors

T.I. Tkachenko – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 5932-9472, AuthorID: 214372, Scopus Author ID: 57222473654;

A.G. Grishkov – LLC «Extrusion equipment»;

M.R. Yacenko – Master's degree student of the Department of Technological Machines and Equipment, SPIN-code: 8597-9477, AuthorID: 1194142.

Статья поступила в редакцию 26.04.2023; одобрена после рецензирования 07.09.2023; принята к публикации 27.09.2023.

The article was submitted 26.04.2023; approved after reviewing 07.09.2023; accepted for publication 27.09.2023.